

### Работа за гребок

Эта важная биомеханическая переменная все еще не часто используется тренерами и гребцами. Теперь мы выделим Работу за Гребок ( $WpS$ ) и определим ее основные отношения с результативностью гребли.

$WpS$  можно определить, как интеграл (сумму) произведений мгновенной силы  $F$  и линейного перемещения  $\Delta L$ , или вращающего момента  $M$  и углового перемещения  $\Delta\phi$  за время проводки:

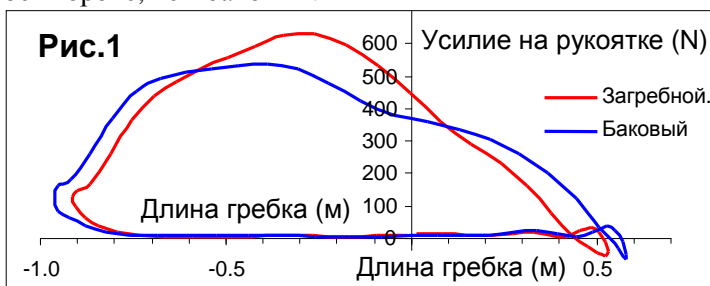
$$WpS = \int F \Delta L = \int M \Delta\phi \quad (1)$$

Основная определяющая результата – мощность гребли  $P$  равна  $WpS$  за единицу времени  $T$ , или произведению  $WpS$  и темпа гребли  $R$  (1/мин):

$$P = WpS / T = WpS R / 60 \quad (2)$$

Поэтому,  $WpS$  объединяет два основных компонента мощности из трех: усилия и длину, но исключает третий – темп гребли. Поскольку,  $WpS$  не зависит от темпа, это – очень полезный индикатор эффективности гребка при различных интенсивностях в тренировке и в гонке: от длительной гребли – до спринтов.

Если усилие на рукоятке графически отобразить относительно длины гребка или угла весла,  $WpS$  равна площади под кривой усилия. Рис.1 показывает пример кривых усилий в двойке, где  $WpS$  одинакова у загребного и бакового гребцов, но усилия и длина гребка различны: загребной имеет более высокие пиковые усилия, но гребет короче, чем баковый.



Что лучше для увеличения  $WpS$ : максимизировать длину гребка, или увеличивать его силу? Конечно, невозможно дать однозначный ответ для всех гребцов, поскольку оптимальное соотношение длины и усилий зависит от индивидуальной специфики и обстоятельств (типа/скорости лодки и продолжительности отрезка). Следующие соображения могут помочь найти оптимум:

Поскольку  $WpS$  – произведение длины и силы, сокращение длины, скажем, на 1% требует на те же 1% более высоких средних усилий, чтобы поддерживать постоянную  $WpS$ . При величинах длины гребка 1,6м и средних усилиях 350Н (среднее модельных величин в 14 Олимпийских категориях), укорочение гребка на 1,6см (около  $1,1^\circ$  в парной гребле и  $0,9^\circ$  в распашной) требует увеличения средних усилий на 3,5Н и максимальных – на 6,5Н (при постоянной форме кривой усилий с 55% отношением средних усилий к максимальным). Эта величина зависит от категории гребца (от 5,5Н у легкового до 8,5Н у мужчин) и формы кривой усилия: она может достигать 10Н при «худой» кривой с 45% отношением, что часто встречается у новичков и гребцов среднего уровня. Также, при укорочении длины, очень вероятно, что кривая усилий «похудеет» (корреляция  $r=0,42$ ), поскольку короткие углы в захвате делают передаточное

отношение легче (НБГ 2007/03), что требует более быстрых движений в захвате и затрудняет быстрое наращивание усилий. С большим приближением: каждый 1 градус укорочения длины гребка требует до 1кг (10Н) увеличения усилий для поддержания постоянной работы за гребок, и наоборот. Другие два фактора при определении оптимального соотношения длины/усилий:

1. Ритм гребли. Укорочение длины делает время проводки короче и ритм гребли ниже (НБГ 2012/05), и наоборот, что дает больше времени на подготовке, но сокращает продвигающую фазу гребка. Поэтому, длина гребка важна, но она не должна быть слишком длинной, иначе подготовка будет слишком быстрой.
2. Фактор выносливости. На длинных дистанциях более трудно поддерживать высокие усилия, чем длину гребка, а при спринтах, гребцы обычно сокращают длину, увеличивая усилия.

Для сравнения  $WpS$  при различных темпах гребли, мы изобрели метод, который требует лишь вводных скорости и темпа гребли (1, RBN 2004/03, 2005/10, 2007/10). Следующая таблица показывает модельные величины  $WpS$  для Олимпийских классов лодок, которые необходимы для достижения модельных скоростей (на уровне мирового рекорда, НБГ 2012/07). Правые колонки показывают времена на 500м на эргометре Concept2, которые соответствуют модельной  $WpS$  при различных темпах гребли.

Тип лодки	Мод. время	Мод. темп	$WpS$ (J)	Время на 500м					
				20	24	28	32	36	40
M1x	06:32.5	37	892	1:46	1:39	1:34	1:30	1:27	1:24
M2x	06:02.1	39	846	1:47	1:41	1:36	1:32	1:28	1:25
M4x	05:33.2	40	825	1:48	1:42	1:37	1:33	1:29	1:26
M2-	06:08.0	38	789	1:50	1:43	1:38	1:34	1:30	1:27
LM2x	06:07.2	36	783	1:50	1:44	1:39	1:34	1:31	1:28
M4-	05:37.0	40	750	1:52	1:45	1:40	1:36	1:32	1:29
M8+	05:18.6	41	732	1:53	1:46	1:41	1:36	1:33	1:30
LM4-	05:42.0	40	705	1:54	1:47	1:42	1:38	1:34	1:31
W1x	07:11.5	35	686	1:55	1:48	1:43	1:39	1:35	1:31
W2-	06:52.9	36	667	1:56	1:49	1:44	1:39	1:36	1:32
W2x	06:39.5	37	649	1:57	1:50	1:45	1:40	1:37	1:33
W4x	06:08.5	38	632	1:58	1:51	1:46	1:41	1:37	1:34
W8+	05:53.1	39	615	1:59	1:52	1:47	1:42	1:38	1:35
LW2x	06:47.0	36	550	2:04	1:57	1:51	1:46	1:42	1:38

Для других целевых скоростей, можно использовать соответствующие проценты времен выше, но величины  $WpS$  должны изменяться, как куб от пропорции скорости: напр. Снижение скорости на 10% соответствует величине  $WpS$  примерно на 27% ниже ( $0,9^3=0,73$ ). Таблица может помочь найти оптимальное соотношение длины гребка и усилия при различной продолжительности и интенсивности гребли.

#### Литература

Kleshnev V. (2006) Method of analysis of speed, stroke rate and stroke distance in aquatic locomotion. In: XXII International Symposium on Biomechanics in Sports, Salzburg. pp 104-107.